

## 明 細 書

## 電磁式ポンプ

## 技術分野

本発明は電磁式ポンプに関し、より詳細には気体、液体等の流体の輸送に使用するコンパクトな電磁式ポンプに関する。

## 背景技術

シリンダ室内にピストンを往復動自在に配置し、吸排弁を介してシリンダ室と外部とを連通させ、ピストンを往復動させることによって、気体あるいは液体のポンプ作用をなすことができる。このようなポンプ作用を利用した装置として、シリンダ内に配置するピストンにマグネットを装着し、シリンダの外周に電磁コイルを配置して、電磁コイルの電磁力をピストンに作用させることによってピストンを往復動させるように構成した装置（実開平 7-4875 号公報参照）、また、シリンダを二重管構造とし、シリンダを対向させて 2 段に接合した構成としたポンプ装置（特開平 6-159232 号公報参照）が提案されている。

シリンダ室に配置したピストンをシリンダ室の外部から電磁力を作用させて往復駆動する従来装置においては、シリンダを軸線方向の細長い形状に設け、ピストンの移動ストロークを比較的大きくにとって吸排する構成とされている。したがって、ノートパソコン等の小型の電子機器の冷却用に使用するとした場合のように、小型かつ薄型のポンプ装置が求められる場合には、従来のポンプ装置の構成によってはコンパクト化が困難であるという課題があった。また、ピストンを往復動させることから、駆動時に振動および音が発生しやすく、電子機器等においては、振動低減、静音化が求められるという課題もあった。

本発明はこれらの課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、装置の小型化、薄型化を効率的に図ることができ、駆動時の振動を低減して電子機器等に好適に搭載可能とする電磁式ポンプを提供するにある。

## 発明の開示

本発明は上記目的を達成するため、次の構成を備える。

すなわち、一対のフレーム体により両端面が閉止されたシリンダ内に、前記各々のフレーム体の端面との間をポンプ室として摺動可能に磁性体を備えた可動子を設け、前記シリンダの外周囲に空芯の電磁コイルを配置し、電磁コイルに通電して前記可動子をシリンダの軸線方向に往復駆動することにより流体を輸送する電磁式ポンプであって、前記フレーム体の前記シリンダの端面領域内に、前記ポンプ室と外部とを連通する吸入用バルブと送出用バルブとが設けられていることを特徴とする。

本発明に係る電磁式ポンプによれば、気体あるいは液体のポンプ作用をなすポンプ装置としてきわめて小型かつ薄型に形成することができ、的確なポンプ作用を可能として、電子機器の冷却用ポンプ装置等として好適に利用することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る電磁式ポンプの構成を示す断面図であり、図2は、電磁式ポンプの可動子の構成を示す斜視図であり、図3は、多段型に形成した可動子の構成を示す断面図であり、図4A、4Bは、アウターヨークに貫通孔を設けて連通管とした例を示す説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態について添付図面とともに詳細に説明する。

図1は本発明に係る電磁式ポンプの構成を示す断面図である。

本実施形態の電磁式ポンプは円筒状に形成したシリンダ内にマグネット（永久磁石）を備えた可動子をシリンダの軸線方向に摺動可能に配置し、シリンダの外周に配置した電磁コイルの電磁力を可動子に作用させ、可動子を往復動させることによってポンプ作用をなすように構成したものである。

図1で、10はシリンダの軸線方向に往復動可能に配置した可動子である。

可動子10は円板状に形成したマグネット12とマグネット12を厚さ方向に挟持する一対のインナーヨーク14a、14bとからなる。マグネット12は一方の面をN極、他方の面をS極として、厚さ方向に磁化されている永久磁石である。インナーヨーク14a、14bは軟磁性材によって形成され、各々のインナーヨーク14a、14bは、

マグネット 12 よりも若干大径に形成された平板部 15 a と、平板部 15 a の周縁部に短筒状に起立したフランジ部 15 b とを備える。

16 はマグネット 12 の外周側面を被覆したプラスチック等の非磁性材からなる封止材である。封止材 16 はマグネット 12 が錆びたりしないようマグネット 12 が外部に露出しないように被覆する作用と、マグネット 12 とインナーヨーク 14 a、14 b とを一体に形成する作用を有する。封止材 16 はインナーヨーク 14 a、14 b に挟まれたマグネット 12 の外周側面を充填するように設けられているが、封止材 16 の外周径はインナーヨーク 14 a、14 b の外周径よりも若干小径に形成されている。このように封止材 16 を形成しておく、インナーヨーク 14 a、14 b の外周面を仕上げ研削する際に、封止材 16 が研削刃に接触せず、研削刃を傷めずに作業できるという利点と、封止材 16 の熱膨張係数がインナーヨーク 14 a、14 b の熱膨張係数よりも大きい場合に、ポンプを高温状態で使用したとき可動子 10 とシリンダ間の空隙が封止材 16 の熱膨張によって減少または無くなることを防止し、ポンプを安定して動作させることができるという利点がある。

図 2 に、インナーヨーク 14 a、14 b によってマグネット 12 が挟持され、封止材 16 によって一体形成されて、可動子 10 が円柱状体に形成された状態の斜視図を示す。インナーヨーク 14 a、14 b は、周縁部にフランジ部 15 b を起立させて形成しているから、可動子 10 の軸線方向の両端面には凹部 10 a が形成されている。本実施形態の電磁式ポンプは可動子 10 の両端面に凹部 10 a を設けることによって、電磁式ポンプを薄型に形成することができ、フランジ部 15 b の作用によって可動子 10 の往復動作を的確に行わせることが可能となる。

可動子 10 はシリンダ内で往復動するが、本実施形態では、一対のフレームを組み合わせて円筒状のシリンダを形成し、このシリンダ内に可動子 10 を配置している。

図 1 で、20 a、20 b がシリンダを形成する非磁性材からなる一対のフレーム体であり、20 a が上フレーム、20 b が下フレームである。本実施形態においては、下フレーム 20 b の本体 22 b から、円筒状に形成した筒体部 24 を延出させ、筒体部 24 の端部を上フレーム 20 a の本体 22 a に設けた嵌合溝 28 に嵌合させて可動子 10 を収容するシリンダを構成している。嵌合溝 28 の筒体部 24 の端面が当接する部位にはシール材 29 が設けられており、筒体部 24 の端面をシール材 29 に突き当てることに

より、シリンダ内が外部からシールされる。なお、上フレーム20aから筒体部24を延出させて下フレーム20bに嵌合させることもできる。また、筒体部24を上フレーム20aと下フレーム20bと別体に形成してもよい。

このように、上フレーム20aと下フレーム20bとを組み合わせることで形成されたシリンダの両端面は上フレーム20aの本体22aと下フレーム20bの本体22bとによって閉止され、可動子10の両端面にそれぞれポンプ室30a、30bが形成される。

なお、可動子10は筒体部24の内面に接触した状態で、筒体部24と気密あるいは液密にシールした状態で摺動する。可動子10の摺動性を良好にするため、インナーヨーク14a、14bの外周面にフッ素樹脂コーティングやDLC（ダイヤモンド・ライク・カーボン）コーティング等の潤滑性と防錆力を兼ね備えたコーティングを施す。また、可動子10が周方向に回ることを防止する回り止めを設けることもできる。

ポンプ室30a、30bは可動子10の両端面と上フレーム20aの本体22a、下フレーム20bの本体22bとの間に形成される空隙部分に相当する。

本実施形態では、上フレーム20aの本体22aが可動子10の一方の端面に形成された凹部10a内に突出するように形成され、同様に、下フレーム20bの本体22bが可動子10の他方の端面に形成された凹部10a内に突出するように形成されて、ポンプ室30a、30bは断面形状で屈曲した空間部に形成されている。

32は本体22a、22bの端面に取り付けたダンパーである。ダンパー32は可動子10の移動範囲の終端位置でインナーヨーク14a、14bが本体22a、22bの端面に当接した際の衝撃を吸収するために設けられている。なお、ダンパーは本体22a、22bの端面に設けるかわりに、インナーヨーク14a、14bの端面で、本体22a、22bに当接する面に設けてもよい。

34aは上フレーム20aの本体22a内にポンプ室30aに連通して設けられた吸入用バルブ、36aは本体22a内にポンプ室30aに連通して設けられた送出用バルブである。34bは下フレーム20bの本体22b内にポンプ室30bに連通して設けられた吸入用バルブ、36bは本体22b内にポンプ室30bに連通して設けられた送出用バルブである。

本実施形態では、可動子10の凹部10a内に突出する本体22a、22bの内部に吸入用バルブ34a、34bと送出用バルブ36a、36bを設けることにより、吸入

用バルブ 34 a、34 b と送出用バルブ 36 a、36 b をシリンダの長さ範囲内に収容して、ポンプ装置の薄型化を図っている。

38 a、38 b は吸入用バルブ 34 a、34 b に連通させて、上フレーム 20 a と下フレーム 20 b に設けた吸入用流路である。40 a、40 b は送出用バルブ 36 a、36 b に連通させて、上フレーム 20 a と下フレーム 20 b に設けた送出用流路である。

42 は上フレーム 20 a の吸入用流路 38 a と下フレーム 20 b の吸入用流路 38 b とを連通する連通管、44 は上フレーム 20 a の送出用流路 40 a と下フレーム 20 b の送出用流路 40 b とを連通する連通管である。これによって、上フレーム 20 a と下フレーム 20 b の吸入用流路と送出用流路が各々、一つの吸入口 38 と送出口 40 に連通する。なお、連通管 42、44 は、図 4 A、4 B に示すように前記アウターヨーク 52 に貫通孔として形成し、貫通孔を介して吸入用流路と送出用流路とを相互に連通させるようにしてもよい。

図 1 で、50 a、50 b は筒体部 24、すなわちシリンダの外周囲を囲むように配置した空芯の電磁コイルである。電磁コイル 50 a、50 b はシリンダの軸線方向に若干離間させ、シリンダの軸線方向の中心位置に対して均等位置となるように配置されている。電磁コイル 50 a、50 b はインナーヨーク 14 a、14 b のフランジ部 15 b の可動範囲よりも軸線長を長く設定されている。

なお、電磁コイル 50 a と電磁コイル 50 b とは巻き線方向が逆向きであり、同一電源による通電によって、互いに逆向きの電流が流れるように設定されている。電磁コイル 50 a、50 b の巻き線方向を逆向きにしているのは、マグネット 12 の磁束と鎖交する電磁コイル 50 a、50 b に流れる電流に作用する力が重畳して、反力として可動子 10 に作用し、この力が推力になるためである。

52 は電磁コイル 50 a、50 b の外周囲を囲む筒状に形成した、軟磁性材からなるアウターヨークである。アウターヨーク 52 により電磁コイル 50 a、50 b の外周囲を囲むことにより、電磁力を効果的に可動子 10 に作用させることができる。

可動子 10 を構成するインナーヨーク 14 a、14 b の周辺部にフランジ部 15 b を起立させて設けているのも、マグネット 12 の磁気回路の抵抗を下げ、マグネット 12 が発生する総磁束量を増加させると共に、マグネット 12 が発生した磁束が電磁コイル 50 a、50 b に流れる電流と軸線方向に対して直角に鎖交させることで、軸線方向の

推力を効果的に発生させるためである。また、本構成による可動子10は発生推力に比して質量が軽くなるため、高速応答が可能となり、出力流量も増加できる。

電磁コイル50a、50bおよびアウターヨーク52は、上フレーム20aと下フレーム20bとを組み合わせる際に、上フレーム20aと下フレーム20bに設けた嵌合溝28にアウターヨーク52を嵌合させることによってシリンダ（筒体部24）と同芯に組み付けることができる。図2に、可動子10と電磁コイル50a、50bとアウターヨーク52との配置を示す。

可動子10は、電磁コイル50a、50bに交番電流を通電することにより、電磁コイル50a、50bによって発生する電磁力の作用により往復駆動（上下動）される。電磁コイル50a、50bによる電磁力は、電磁コイル50a、50bへの通電方向によって可動子10を一方向と他方向へ押動するから、制御装置により、電磁コイル50a、50bへの通電時間、通電方向を制御することによって可動子10を適宜ストロークで往復駆動させることができる。可動子10のインナーヨーク14a、14bの端面が上フレーム20aの本体22aおよび下フレーム20bの本体22bの端面に衝突しないよう可動子10を往復動させることにより装置の振動の発生を抑えることができる。可動子10が本体22a、22bの内面に当接した際には、ダンパー32の作用によって衝撃を吸収することができる。

なお、シリンダ内における可動子10の移動位置を検出するセンサを設けておき、センサの検知信号に基づいて可動子10の往復動を制御することもできる。可動子10の移動位置を検知する方法としては、シリンダの外部に可動子10の移動位置を検知する磁気検知センサを設ける方法、ダンパー32に感圧センサを設けて、可動子10がダンパー32に接触した時点を検知する方法等が可能である。本実施形態の電磁式ポンプでは可動子10の移動ストロークが比較的小さいがポンプ室30a、30bは比較的大い面積を確保することができるから、可動子10を高速で往復動させることによって一定の流量を確保することが可能である。

本実施形態の電磁式ポンプのポンプ作用は、電磁コイル50a、50bによって可動子10を往復動させることにより、ポンプ室30a、30bに交互に流体が吸入され、送出される作用によってなされる。

すなわち、図1の状態、可動子10が下方に移動すると、一方のポンプ室30aに

は流体が導入され、同時に他方のポンプ室30bからは流体が送出される。また、逆に可動子10が上方に移動すると、一方のポンプ室30aからは流体が送出され、他方のポンプ室30bに流体が導入される。こうして、可動子10がどちらの側へ移動する際にも流体の吸排がなされ、流体の脈動を抑え、効率的に流体を輸送することが可能となる。

本実施形態の電磁式ポンプは可動子10に、フランジ部15bを備えたインナーヨーク14a、14bを取り付け、可動子10の両端面に近接して吸入用バルブ34a、34bと送出用バルブ36a、36bを設けることによって、きわめて薄型で小型のポンプとして提供することが可能となった。実施形態の電磁式ポンプの場合は、高さ15mm、幅20mm程度の小型ポンプに形成することができる。

また、本実施形態の電磁式ポンプは気体あるいは液体の輸送に使用することができ、流体の種類が限定されるものではない。液体ポンプとして使用する際に、可動子10が一つでは輸送圧力が不足するような場合には、図3に示すように、マグネット12とインナーヨーク14a、14bからなる同形の単位可動子を複数個連結した多段型の可動子10を使用すればよい。54は隣接するインナーヨーク14a、14bの間に配置した非磁性材である。マグネット12の磁極の向きを一方向にそろえ、各々の単位可動子ごとに、上述した実施形態と同様に巻き線の向きを逆向きにした電磁コイル50a、50bを配置する。52はすべての電磁コイル50a、50bの外周を囲むように設けたアウターヨークである。単位可動子を多段に連結することによって、大きな推力を備えた可動子とすることができ、所要の輸送圧力を備えた電磁式ポンプとすることができる。

なお、上記実施形態においては、可動子10に装着したインナーヨーク14a、14bにフランジ部15bを設ける構成としたが、インナーヨーク14a、14bにフランジ部15bを設けずに、インナーヨーク14a、14bを単板状に形成することも可能である。この場合は可動子10の質量が増加するため高速応答性が劣化し、ポンプ装置の薄型化が若干阻害されるが、構造は簡単になり、生産性の向上と生産コストの削減が可能になる。

また、上記実施形態においては、可動子10にマグネット12を装着し、マグネット12をインナーヨーク14a、14bによって挟持した構成としたが、可動子10はマグネット12を常に備えていなければならない訳ではない。可動子10を磁性体によっ

て形成し、電磁コイル50a、50bの一方に対して可動子10が偏位した位置にある場合は、一方の電磁コイルにのみ通電して可動子10を軸線方向に移動させ、他方の電磁コイルに対して偏位位置まで移動したところで、他方の電磁コイルに通電し、一方の電磁コイルへの通電を停止することによって再度可動子を逆方向に移動させることができる。このように、一対の電磁コイルに対する通電をON-OFF制御することによっても可動子10を軸線方向に往復動させることが可能である。

また、図1に示す電磁式ポンプは、可動子10の一方側と他方側に設けられた吸入用流路38a、38bを連通し、可動子10の一方側と他方側に設けられた送出用流路40a、40bを連通して、いわば、並列的に流路を連通させた例であるが、複数の電磁式ポンプを直列に流路を連通して使用することも可能である。この場合は、送出用流路40aを吸入用流路38bに連通するか、送出用流路40bを吸入用流路38aに連通させればよい。



## 請 求 の 範 囲

1. 一対のフレーム体により両端面が閉止されたシリンダ内に、前記各々のフレーム体の端面との間をポンプ室として摺動可能に磁性体を備えた可動子を設け、前記シリンダの外周囲に空芯の電磁コイルを配置し、電磁コイルに通電して前記可動子をシリンダの軸線方向に往復駆動することにより流体を輸送する電磁式ポンプであって、

前記フレーム体の前記シリンダの端面領域内に、前記ポンプ室と外部とを連通する吸入用バルブと送出用バルブとが設けられていることを特徴とする電磁式ポンプ。

2. 前記フレーム体が、非磁性体からなることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。

3. 前記可動子が、シリンダの軸線方向に磁化したマグネットを一対のインナーヨークにより挟持して形成されていることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。

4. 前記可動子が、シリンダの軸線方向に磁化したマグネットを一対のインナーヨークにより挟持して形成された単位可動子を、非磁性材を介して軸線方向に複数個連結して設けられていることを特徴とする請求項3記載の電磁式ポンプ。

5. 前記インナーヨークが、マグネットを挟持する平板部の周縁部に、電磁コイルに対向する配置に、シリンダの内面に摺接する短筒状のフランジ部が設けられたものであることを特徴とする請求項3記載の電磁式ポンプ。

6. 前記インナーヨークが、マグネットを挟持する平板部の周縁部に、電磁コイルに対向する配置に、シリンダの内面に摺接する短筒状のフランジ部が設けられたものであることを特徴とする請求項4記載の電磁式ポンプ。

7. 前記インナーヨークによって挟まれたマグネットの外周面が、非磁性材料からなる封止材により封止されていることを特徴とする請求項3記載の電磁式ポンプ。

8. 前記インナーヨークによって挟まれたマグネットの外周面が、非磁性材料からなる封止材により封止されていることを特徴とする請求項4記載の電磁式ポンプ。

9. 前記インナーヨークによって挟まれたマグネットの外周面が、非磁性材料からなる封止材により封止されていることを特徴とする請求項5記載の電磁式ポンプ。

10. 前記インナーヨークによって挟まれたマグネットの外周面が、非磁性材料からなる封止材により封止されていることを特徴とする請求項6記載の電磁式ポンプ。

11. 前記封止材の外周径が、前記インナーヨークの外周径よりも小径に形成されていることを特徴とする請求項10記載の電磁式ポンプ。
12. 前記吸入用バルブと送出用バルブとが、インナーヨークのフランジ部の内側に形成される凹部内に配置されていることを特徴とする請求項5記載の電磁式ポンプ。
13. 前記吸入用バルブと送出用バルブとが、インナーヨークのフランジ部の内側に形成される凹部内に配置されていることを特徴とする請求項6記載の電磁式ポンプ。
14. 前記空芯コイルの外周に、空芯コイルを囲む軟磁性材料からなるアウターヨークが設けられていることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。
15. 前記電磁コイルのシリンダの軸線方向の長さが、ポンプ室内でのインナーヨークの可動範囲よりも長く設けられていることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。
16. 前記フレーム体の端面に、可動子がフレーム体の端面に当接した際の衝撃を緩和するダンパーが設けられていることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。
17. 前記可動子の前記フレーム体の端面に対向する面に、可動子がフレーム体の端面に当接した際の衝撃を緩和するダンパーが設けられていることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。
18. 前記可動子の一方の面側に設けられたポンプ室の吸入用流路と、前記可動子の他方の面側に設けられたポンプ室の吸入用流路とが連通して設けられ、前記可動子の一方の面側に設けられたポンプ室の送出用流路と、前記可動子の他方の面側に設けられたポンプ室の送出用流路とが連通して設けられていることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。
19. 前記可動子の一方の面側に設けられた吸入用流路が、他方の面側に設けられた送出用流路に連通して設けられていることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。
20. 前記可動子の移動位置を検知するセンサを設け、該センサの検知信号に基づいて可動子が駆動制御されることを特徴とする請求項1記載の電磁式ポンプ。

1 / 2

図 1

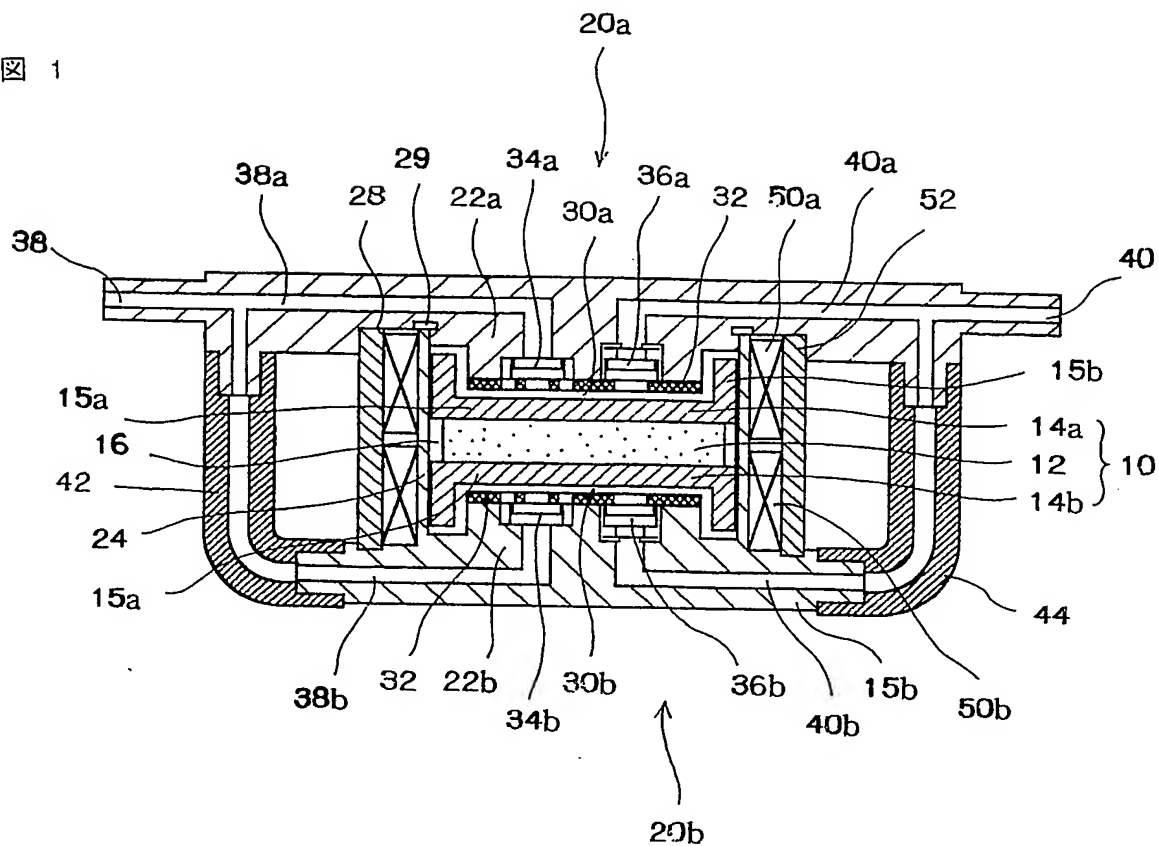


図 2

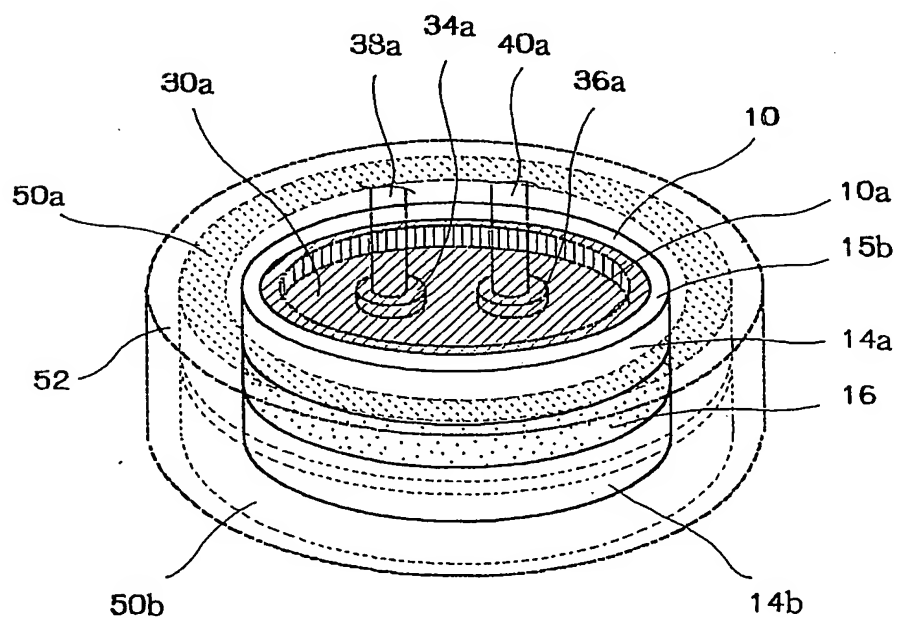


图 3

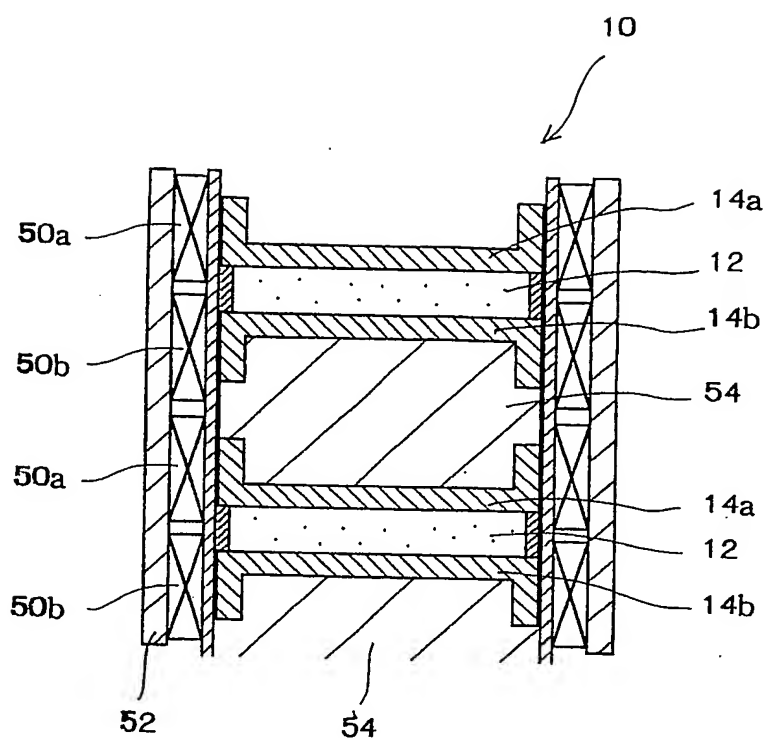


図 4 A .

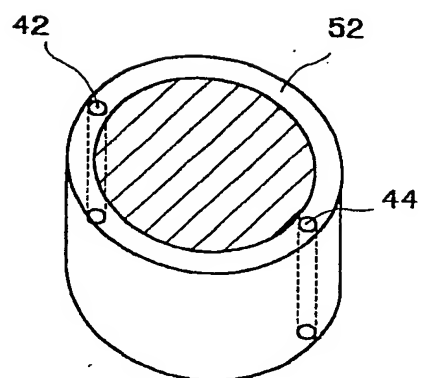
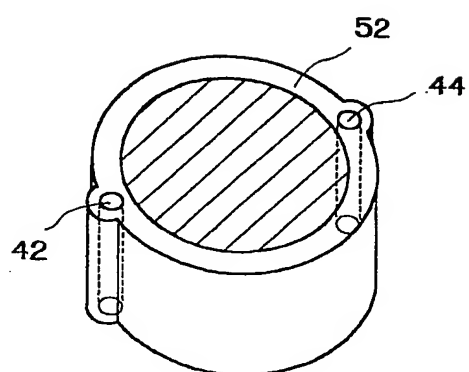


图 4 B



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**